

# PENGUNAAN *INTELLIGENCE ALGORITHM* UNTUK PENILAIAN KEAMANAN KERJA OPERATOR BERDASARKAN INDIKATOR HSEE (*HEALTH, SAFETY, ENVIRONMENT, ERGONOMICS*) STUDI KASUS : PT DEMPO LASER METALINDO INDONESIA

Hutomo Dwiki Adiguna, Sri Gunani Partiw  
Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia  
e-mail: srigunani@ie.its.ac.id

**Abstrak**—Penilaian tingkat keamanan kerja digunakan untuk mengetahui kemungkinan atau peluang seorang individu dapat kehilangan pekerjaannya yang disebabkan oleh kecelakaan kerja. Perancangan kuesioner digunakan untuk mendapatkan data yang akurat sesuai kebutuhan. Pertanyaan pada kuisisioner yang berhubungan dengan faktor HSEE digunakan sebagai *input variabel* sedangkan faktor *job security* digunakan sebagai *output variabel*. Analisis data dilakukan dengan metode *Adaptive Network Based Fuzzy Inference System* (ANFIS). Kriteria nilai MAPE paling minimum didapatkan pada model ANFIS dengan fungsi *input* GaussMF, empat MF, operator AND (*min*), dan fungsi *output* linear. Berdasarkan model ANFIS tersebut maka diketahui sebagian besar responden menyatakan puas terhadap kondisi keamanan kerja.

**Kata Kunci**— ANFIS, Ergonomi, HSEE, *Job Security*

## I. PENDAHULUAN

Konsep HSE (*health, safety, environment*) telah dipahami sebagai satu entitas dan digunakan di banyak perusahaan (Deng, 1999). HSE bertujuan untuk mengurangi tingkat kecelakaan kerja, masalah kesehatan dan dampak lingkungan. Beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan konsep ergonomi di dalam perencanaan dan perancangan sistem kerja (*machine, job, environmental design*) memiliki dampak yang positif (Azadeh, et al., 2008; Shikdar & Sawaqed, 2004; Abou-Ali & Khamis, 2003). *Job security* merupakan probabilitas dimana seorang individu dapat mempertahankan pekerjaannya (Azadeh, et al., 2014). Suatu pekerjaan dapat dikatakan memiliki level *job security* yang tinggi jika hanya terdapat sedikit kemungkinan atau peluang untuk seorang individu kehilangan pekerjaannya karena kecelakaan kerja. Pada penelitian ini penilaian *job security* atau keamanan kerja berdasarkan pengisian kuisisioner oleh pekerja / operator dengan mempertimbangkan indikator HSEE (*health, safety, environment, ergonomics*) yang terdapat di lingkungan kerja (kondisi *existing*).

Penelitian ini dilaksanakan di PT Dempo Laser Metalindo yang bergerak dalam bidang *sheet metal fabrication* dimana salah satu keunggulan proses produksi yang dimiliki adalah *high precision sheet metal component* dengan teknologi *laser cutting*. Secara keseluruhan terdapat empat fasilitas proses produksi yang dimiliki oleh perusahaan yaitu *cutting / punching, bending, welding* dan *finishing / assembly*.

Berdasarkan PP No 50 Tahun 2012 tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja disebutkan bahwa perlindungan keamanan kerja operator paling minimum dilakukan dengan cara penyusunan prosedur dan instruksi kerja serta upaya menghadapi keadaan darurat kecelakaan dan bencana industri. Pelaksanaan kegiatan tersebut berdasarkan identifikasi bahaya, penilaian dan analisa, serta pengendalian resiko yang ada di area kerja. Pada pengamatan yang dilakukan di PT Dempo Laser Metalindo, diketahui bahwa operator telah mendapatkan pelatihan penggunaan mesin produksi namun tidak ditemukan petunjuk informasi mengenai standar operasional prosedur (SOP) di unit kerja. Pada objek penelitian juga tidak ditemukan prosedur evakuasi (jalur evakuasi, petunjuk informasi evakuasi, dan lokasi evakuasi) jika terjadi nyala api atau ledakan di area kerja.

Dalam penelitian ini digunakan metode *Adaptive Network Based Fuzzy Inference System* (ANFIS) untuk pengukuran kondisi keamanan kerja berdasarkan hasil penilaian operator terhadap berdasarkan indikator HSEE. Model ANFIS juga digunakan untuk melakukan perhitungan tingkat efisiensi operator berdasarkan hasil kuisisioner. Metode *Normal Probability Plot* digunakan untuk mengidentifikasi data *outlier operators*. Data tersebut menunjukkan bahwa operator / pekerja tidak puas terhadap penerapan program HSEE (*health, safety, environment, ergonomics*).

Penelitian di bidang ergonomi yang telah dilakukan sebelumnya, lebih banyak membahas mengenai perbaikan atau pengembangan *work system (machine and tools)*. Tidak banyak ditemukan penelitian yang membahas penggunaan *intelligence algorithm* (ANFIS) untuk penilaian keamanan kerja dengan indikator HSEE.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Tahap Pengumpulan Data

Pertanyaan yang terdapat pada kuisisioner dibagi menjadi dua jenis, kategori *input* yaitu HSEE (*Health, Safety, Environment, Ergonomics*) dan satu kategori *output* yaitu *job security*. Perhitungan nilai atau skor untuk satu kategori berdasarkan nilai rata-rata dari setiap pertanyaan yang terdapat pada kategori tersebut. Kuisisioner diberikan kepada sejumlah responden (30 orang atau lebih) yang bekerja sebagai operator



di satu unit produksi. Masing – masing pertanyaan memiliki nilai bobot / *weight* antara 1 – 4 (nilai 4 menunjukkan evaluasi yang sangat baik). Pada penelitian ini diasumsikan tiap kategori (HSEE dan *job security*) memiliki nilai bobot yang sama.

Uji reliabilitas pada hasil kuisioner digunakan untuk penilaian apakah kuisioner tersebut mampu mendapatkan hasil yang sama jika digunakan pada waktu yang berbeda. Sedangkan uji validitas digunakan untuk pengukuran hasil yang dicapai dari suatu kuisioner (Cooper & Schindler, 2003). Pada tahap ini digunakan metode Cronbach's Alpha untuk melakukan uji reliabilitas pada kuisioner. Uji validitas pada kuisioner dilakukan dengan metode *factor analysis*.

Data kuisioner (S) menjelaskan tentang hubungan *input-output* antar operator. Diasumsikan terdapat sejumlah n operator yang akan dievaluasi lebih lanjut. Data tersebut kemudian dibagi menjadi dua bagian, yaitu *training data* (S1) dan *validation data* (S2). Pada umumnya jumlah train data (S1) terdiri dari 70-90 % dari jumlah keseluruhan data, sedangkan sisanya sebesar 10-30 % data digunakan pada kategori data *validation / test* (S2) (Aznarte, et al., 2007).

#### B. Tahap Pengolahan Data

Digunakan model *intelligence algorithm* (ANFIS) untuk mengestimasi hubungan antara *input* (S1) dan *output* (S2). Perhitungan *output data* dapat dilakukan dengan menjalankan program atau *running* algoritma ANFIS untuk seluruh operator dan selanjutnya dilakukan perhitungan *output* masing-masing operator. Pemilihan model ANFIS yang digunakan berdasarkan nilai MAPE yang paling minimum.

Hasil nilai atau skor efisiensi operator yang berhubungan dengan HSEE dan *job security* didapatkan dari *output* data model ANFIS. Nilai efisiensi memiliki rentang antara 0-1, jika terdapat operator dengan nilai efisiensi satu (1) maka perlu dilakukan langkah koreksi (Azadeh, et al., 2007).

Data efisiensi operator diasumsikan mengikuti probabilitas normal, sehingga digunakan metode berbasis grafis yaitu *normal probability plot* untuk menguji faktor *normality* dan mengidentifikasi titik atau nilai yang tidak sesuai dengan distribusi normal. Semakin jauh posisi data atau titik dari garis tersebut maka semakin besar indikasi penyimpangan dari faktor *normality* (Azadeh, et al., 2014).

#### C. Tahap Analisis dan Interpretasi Data

Pada tahap ini dilakukan analisis berdasarkan data hasil kuisioner (HSEE dan *job security*) yang telah dilakukan perhitungan efisiensi operator. Apabila dalam data tersebut terdapat data *outlier operators* maka dapat dilakukan analisis mengenai faktor yang menyebabkan data *outlier* dan langkah atau tindakan yang dapat dilakukan untuk memperbaikinya.

#### D. Tahap Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini terdapat kesimpulan berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan serta saran perbaikan yang mungkin dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya. Kesimpulan dan saran yang dijelaskan pada tahap ini meliputi aspek perancangan kuisioner dan hasil pengolahan data dengan ANFIS.

### III. HASIL DAN DISKUSI

#### A. Perancangan Kuesioner

Tujuan dari penyusunan kuisioner dalam penelitian ini adalah untuk mengukur atau melakukan penilaian terhadap kondisi keamanan kerja oleh operator. Jenis data yang dibutuhkan adalah data kuantitatif berupa penilaian dari seluruh operator dan selanjutnya akan dilakukan pengolahan data dengan metode ANFIS. Pada tabel 3.1 ditampilkan contoh daftar pertanyaan dalam kuisioner :

Tabel 3.1 Daftar pertanyaan kuisioner (kategori *health*)

No	Kategori	Pertanyaan
1	Health	Apakah menurut anda durasi istirahat yang disediakan cukup memadai?
2		Apakah terdapat petugas kesehatan dan fasilitas medis di area kerja?
3		Apakah fasilitas kerja dilakukan perawatan kebersihan secara berkala?

Pada penelitian kuantitatif maka jenis pertanyaan dirancang untuk cepat dan mudah dijawab oleh responden serta bersifat tertutup. Daftar pertanyaan disusun berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Azadeh (2014) dan observasi yang dilakukan di obyek penelitian. Alternatif jawaban yang digunakan dalam penelitian ini mengikuti penelitian dari Azadeh (2014), terdapat rentang nilai (1-4) dimana angka 1 menunjukkan sangat tidak sesuai dan angka 4 menyatakan sangat sesuai.

#### B. Uji Validitas

Menurut Cooper dan Schindler dalam Zulganef (2006) validitas merupakan suatu ukuran yang menunjukkan bahwa variabel yang diukur sesuai dengan variabel yang hendak diteliti oleh peneliti. Hasil uji validitas berdasarkan data kuisioner ditampilkan pada gambar 3.1 berikut :

### KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,714
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	22,641
	df	6
	Sig.	,001

### Anti-image Matrices

		Health	Safety	Environment	Ergonomics
Anti-image Covariance	Health	,720	-,024	-,258	-,096
	Safety	-,024	,702	-,250	-,138
	Environment	-,258	-,250	,571	-,124
	Ergonomics	-,096	-,138	-,124	,806
Anti-image Correlation	Health	,719 <sup>a</sup>	-,033	-,402	-,126
	Safety	-,033	,721 <sup>a</sup>	-,394	-,184
	Environment	-,402	-,394	,662 <sup>a</sup>	-,182
	Ergonomics	-,126	-,184	-,182	,816 <sup>a</sup>

a. Measures of Sampling Adequacy(MSA)

Gambar 3.1 Uji validitas dengan metode analisis faktor

Dapat diketahui bahwa nilai *Kaiser-Meyer-Olkin Measure* (KMO) adalah 0,714 sedangkan nilai MSA untuk variabel *health* (0,719), *safety* (0,721), *environment* (0,662), dan *ergonomics* (0,816). Berdasarkan nilai KMO dan MSA, dapat dikatakan instrumen kuisioner memiliki validitas yang tinggi



### C. Uji Reliabilitas

Menurut Harrison dalam Zulfanef (2006) reliabilitas adalah ukuran yang menunjukkan bahwa alat ukur yang digunakan dalam penelitian memiliki keandalan sebagai alat ukur. Hasil uji validitas ditampilkan pada gambar 3.2 berikut :

Reliability Statistics				
Cronbach's Alpha	N of Items			
,725	4			

Item-Total Statistics				
	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Health	8,4033	,302	,485	,682
Safety	8,4030	,325	,507	,669
Environment	8,3590	,276	,639	,586
Ergonomics	8,3477	,319	,437	,709

Gambar 3.2 Uji reliabilitas dengan metode *Cronbach Alpha*

Menurut Sekaran dalam Zulfanef (2006), suatu instrumen penelitian dapat dikatakan memiliki reliabilitas yang memadai jika nilai koefisien *Cronbach Alpha* lebih dari atau sama dengan 0,70. Pada gambar 3.2 nilai *Cronbach Alpha* adalah 0,725 sehingga dapat dikatakan instrumen penelitian tersebut memiliki reliabilitas yang tinggi.

### D. Estimasi Hubungan Input dan Output

Hubungan *input* dan *output* pada model ANFIS berdasarkan aturan *membership function* dan *inference method*. Dalam penelitian ini digunakan aturan *membership function input* Gaussian dan *membership function output linear*. Pada tabel 3.1 ditampilkan jenis *inference method* sebagai berikut :

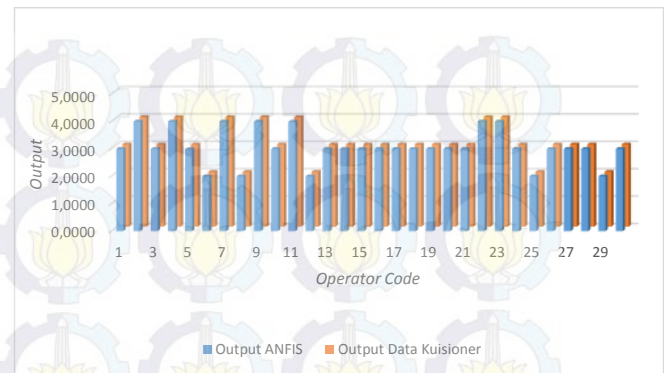
Tabel 3.2 Aturan probabilitas dan *inference method*

Inference method	Type
AND (T-norm, intersection)	Min (minimum), Prod (Product)
OR (S-norm, Union)	Max (maximum), Probor (Probabilistic OR)
Implication	Prod, Min
Aggregation	Max, Sum, Probor

Untuk mendapatkan struktur ANFIS yang terbaik (nilai MAPE paling minimum) maka dalam penelitian ini digunakan 24 model dimana masing-masing model memiliki aturan probabilitas yang berbeda. Untuk perhitungan nilai *output* dari ANFIS dapat dipilih salah satu model yang memiliki nilai MAPE paling minimum yaitu 0,00096 (tabel terlampir).

### E. Perhitungan Output Data ANFIS

Model ANFIS yang terpilih digunakan dalam perhitungan *output data* (*job security*) masing-masing operator. Perbedaan *output* model ANFIS dengan *output data* aktual (kuisisioner) relatif kecil. Pada gambar 3.3 berikut dapat diketahui perbedaan *output* nilai dengan model ANFIS dan *output data* kuisisioner :



Gambar 3.3 Perbandingan *output* ANFIS dan *output data* kuisisioner

### F. Analisis Hasil Kuesioner

Berdasarkan hasil kuisisioner dapat diketahui terdapat 30 % responden yang menyatakan sangat puas terhadap kondisi keamanan kerja, 50 % responden memberikan respon puas, dan 20 % responden memberikan jawaban tidak puas kondisi keamanan kerja atau butuh perbaikan. Pelaksanaan langkah perbaikan untuk kondisi keamanan kerja dibutuhkan kerjasama antara pihak manajemen perusahaan dengan operator. Manajemen perusahaan bertanggung jawab untuk melakukan perbaikan fasilitas (APD, *layout* stasiun kerja) dan perancangan aturan keselamatan kerja (prosedur evakuasi). Sedangkan operator memiliki tanggung jawab untuk mengikuti aturan atau SOP yang telah diberikan oleh perusahaan. Hasil akhir yang diharapkan adalah dapat tercapai kriteria penilaian sangat memuaskan untuk kondisi keamanan kerja.

### G. Analisis Output ANFIS

Jika dalam model ANFIS digunakan nilai *epoch* sebesar 10, maka untuk operator dengan kode (OP 10) terdapat perubahan hasil perhitungan yaitu nilai *output* kuisisioner 3,00 sedangkan nilai *output* model ANFIS adalah 2,9977 sehingga terdapat selisih sebesar 0,0023. Semakin kecil nilai *epoch* maka ANFIS akan melakukan lebih sedikit iterasi hingga nilai minimum *error* tercapai (nilai *epoch* lebih dari nilai *epoch* yang ditetapkan). Sehingga dapat disimpulkan apabila dalam model ANFIS digunakan nilai *epoch* yang semakin besar maka hasil estimasi yang didapatkan memiliki nilai *error* (selisih dengan data aktual) yang lebih kecil.

### H. Rekomendasi Kuesioner Keamanan Kerja

Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dan sesuai dengan tujuan pengukuran faktor keamanan kerja, maka kuisisioner tersebut perlu ditambahkan variabel yang menjadi kriteria penilaian. Penambahan variabel penilaian meliputi faktor tingkat beban kerja (*workload*), kondisi mental operator, karakteristik pekerjaan, tingkat kepuasan kerja (*job satisfactions*) dan hubungan antar operator dengan pihak manajemen perusahaan. Manajemen perusahaan juga mendapatkan hasil penilaian secara lengkap dan akurat sebagai dasar untuk perbaikan kondisi keamanan kerja yang diperlukan.



## I. Rekomendasi Model ANFIS

Model ANFIS dapat menjadi alternatif penilaian keamanan kerja (*job security*) dan memiliki keunggulan dapat menampilkan hasil pengolahan data dengan cepat. Metode ini akan sangat bermanfaat apabila terdapat banyak kriteria penilaian sehingga proses pengolahan data menjadi semakin kompleks. Untuk mendapatkan perbandingan hasil pengolahan data, dapat dilakukan dengan perubahan nilai *epoch* dan parameter fungsi keanggotaan.

## IV. SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Terdapat empat variabel *input* dalam kuesioner penilaian keamanan kerja, variabel *health* digunakan kriteria penilaian durasi waktu istirahat, ketersediaan peralatan medis, dan kebijakan perawatan kebersihan. Pada variabel *safety* digunakan kriteria penilaian potensi nyala api di area kerja, penggunaan APD, dan sosialisasi keselamatan kerja. Pada variabel *environment* digunakan kriteria penilaian kondisi intensitas cahaya, suhu udara dan tingkat kebisingan di area kerja. Pada variabel *ergonomics* digunakan kriteria penilaian pengaturan *layout* stasiun kerja, ketersediaan fasilitas yang dapat disesuaikan dengan postur tubuh, dan keluhan sakit / nyeri di bagian punggung setelah aktifitas kerja
2. Berdasarkan data kuesioner maka dapat diketahui pencapaian nilai untuk masing-masing variabel, pada variabel *health* (2,72), variabel *safety*, variabel *environment* (2,81), variabel *ergonomics* (2,82).
3. Dengan menggunakan kriteria MAPE, maka nilai *error* paling kecil (0,00096) didapatkan pada model ANFIS dengan fungsi *input* GaussMF, empat MF, operator *AND* (*min*), dan fungsi *output* Linear
4. Berdasarkan hasil pengolahan data dengan metode ANFIS, terdapat 30 % responden yang menyatakan sangat puas terhadap kondisi keamanan kerja, 50 % responden memberikan respon puas, dan 20 % responden memberikan jawaban tidak puas kondisi keamanan kerja atau butuh perbaikan.

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan gambaran yang lebih luas mengenai kondisi keamanan kerja maka dapat ditambahkan variabel *input* yang lain dan juga dapat digunakan variabel yang sama namun dengan penambahan indikator atau kriteria penilaian di setiap variabel
2. Hasil penilaian keamanan kerja yang lebih komprehensif dapat dilakukan dengan penelitian yang melibatkan jumlah responden yang lebih besar
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh tipe parameter fungsi keanggotaan terhadap akurasi ANFIS.
4. Metode ANFIS akan sangat bermanfaat apabila terdapat banyak kriteria penilaian sehingga proses pengolahan data menjadi semakin kompleks

## LAMPIRAN

### LAMPIRAN 1 (REKAP DATA KUESIONER)

Operator Code	Input				Job Security
	Health	Safety	Environment	Ergonomics	
1	2,67	2,67	3,00	3,33	3,00
2	3,00	3,00	3,00	2,67	4,00
3	3,00	2,67	3,00	3,00	3,00
4	3,00	2,67	3,00	2,67	4,00
5	2,67	2,67	2,67	2,67	3,00
6	2,33	2,67	2,33	2,67	2,00
7	2,67	3,00	3,00	3,00	4,00
8	2,33	2,33	2,67	2,67	2,00
9	2,67	3,00	3,00	3,00	4,00
10	2,67	2,67	3,00	2,67	3,00
11	3,33	2,67	3,00	3,00	4,00
12	2,67	2,33	2,33	2,33	2,00
13	2,67	3,00	2,67	3,00	3,00
14	2,67	3,00	2,67	3,00	3,00
15	2,67	2,67	3,00	2,67	3,00
16	3,00	2,67	2,67	2,67	3,00
17	3,00	2,67	3,00	2,67	3,00
18	2,67	2,67	2,67	3,00	3,00
19	2,67	2,67	3,00	2,67	3,00
20	2,67	2,67	3,00	2,67	3,00
21	2,67	2,67	3,00	3,00	3,00
22	2,67	3,00	3,00	3,33	4,00
23	3,00	3,00	3,33	3,00	4,00
24	3,00	2,67	2,67	2,67	3,00
25	2,33	2,33	2,33	2,67	2,00
26	2,67	2,67	2,67	3,00	3,00
27	3,00	2,67	2,67	3,00	3,00
28	3,00	2,67	2,67	2,67	3,00
29	2,33	2,67	2,67	2,33	2,00
30	2,67	3,00	2,67	3,00	3,00

### LAMPIRAN 2 (ARSITEKTUR ANFIS)

Arsitektur ANFIS						
Number	AND method	OR method	Implication	Aggregation	Minimum MAPE	r
1	prod	max	min	max	0,00239	0,85
2	prod	probor	min	max	0,00239	0,85
3	min	max	prod	max	0,00096	0,86
4	min	max	min	max	0,00096	0,86
5	min	probor	min	max	0,00096	0,86
6	prod	max	prod	max	0,00239	0,85
7	min	probor	prod	max	0,00096	0,86
8	prod	probor	prod	max	0,00239	0,85
9	min	max	min	sum	0,00096	0,86
10	min	probor	min	sum	0,00096	0,86
11	min	max	prod	sum	0,00096	0,86
12	prod	max	min	sum	0,00239	0,85
13	prod	probor	min	sum	0,00239	0,85
14	prod	max	prod	sum	0,00239	0,85
15	min	probor	prod	sum	0,00096	0,86
16	prod	probor	prod	sum	0,00239	0,85
17	min	max	min	probor	0,00096	0,86
18	min	probor	min	probor	0,00096	0,86
19	min	max	prod	probor	0,00096	0,86
20	prod	max	min	probor	0,00239	0,85
21	prod	probor	min	probor	0,00239	0,85
22	prod	max	prod	probor	0,00239	0,85
23	min	probor	prod	probor	0,00096	0,86
24	prod	probor	prod	probor	0,00239	0,85

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis H.D.A mengucapkan terima kasih kepada ibu Dr. Ir. Sri Gunani Partiw, MT selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan dukungan dan motivasi dalam pelaksanaan kegiatan penelitian.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abou-Ali, M. & Khamis, M., 2003. An integrated intelligent defect diagnostic system for tire production and service. *Expert Systems with Applications*, pp. 247-259.
- [2] Annie, Y., 2000. *Bising Bisa Timbulkan Tinnitus dan Tuli*. Jakarta: Intisari.
- [3] Arikunto, S., 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- [4] Asfahl, R., 1999. *Industrial Safety and Health Management*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- [5] Athanassopoulos, A. D. & Curram, S., 1996. A comparison of data envelopment analysis and artificial networks as tool for assessing the efficiency of decision-making units. *Journal of the Operational Research Society*, pp. 1000-1016.
- [6] Azadeh, A., Fam, I. M., Khosnoud, M. & Nikaifrouz, M., 2008. Design and implementation of a fuzzy expert system for performance assessment of an integrated health safety environment (HSE) and ergonomic system : the case of gas refinery. *Information Sciences*, pp. 4280-4300.
- [7] Azadeh, A., Ghaderi, S., Anvari, M. & Saberi, M., 2007. Performance assessment of electric power generations using an adaptive neural network algorithm. *Energy Policy*, pp. 3155-3166.
- [8] Azadeh, A., Rouzahman, M., Saberi, M. & Valianpour, F., 2014. An Adaptive Algorithm for Assessment of Operator with Job Security and HSEE Indicators. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, pp. 26-40.
- [9] Aznarte, J. et al., 2007. Forecasting airborne pollen concentration time series with neural and neuro-fuzzy models. *Expert System*, pp. 1218-1225.
- [10] Changchit, C. & Holsapple, C. W., 2001. Supporting manager's internal control evaluations : an expert systems and experimental results. *Decision Support Systems*, pp. 437-449.
- [11] Cooper, D. & Schindler, P., 2003. *Business Research Methods*. New York: McGraw Hill.
- [12] Deng, H., 1999. Multicriteria analysis with fuzzy pair wise comparison. *International Journal of Approximate Reasoning*, III(21), pp. 908-920.
- [13] Gay, L. & Diehl, P., 1992. *Research Methods for Business and Management*. New York: McMillan Publishing Company.
- [14] Hair, J. et al., 2006. *Multivariate Data Analysis*. New Jersey: Prentice Hall.
- [15] Hammer, W., 1989. *Occupational Safety Management and Engineering*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- [16] Jang, J.-S. R., 1993. ANFIS : Adaptive Network Based Fuzzy Inference System. *IEEE Transaction on Systems, Man, and Cybernetics*.
- [17] Jang, J.-S. R., Sun, C.-T. & Mizutani, E., 1997. *Neuro Fuzzy and Soft Computing : A Computational Approach and Machine Intelligence*. New Jersey USA: Prentice-Hall Inc.
- [18] Kusumadewi, S., 2002. *Analisis & Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Toolbox Matlab*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [19] Kusumadewi, S. & Hartati, S., 2006. *Neuro Fuzzy : Integrated Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [20] Makridakis, S., Wheelwright, S. & McGee, V., 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan Edisi Kedua*. Jakarta: Erlangga.
- [21] Miner, B., 1994. *Industrial and Organizational Psychology*. USA: McGraw Hill.
- [22] Muchinsky, P., 1987. *Psychology Applied to Work*. Chicago: Dorsey Press.
- [23] Patria, B., 2007. *bhinablog*. [Online] Available at: <http://www.inparametric.com/bhinablog/>
- [24] Santosa, B., 2007. *Data Mining Terapan Dengan Matlab*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [25] Santoso, S., 2006. *Seri Solusi Bisnis Berbasis TI : Menggunakan SPSS untuk Statistik Multivariat*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- [26] Sasongko, D., 2000. *Kebisingan Lingkungan*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- [27] Shikdar, A. & Sawaqed, M., 2004. Occupational health and safety in the oil industry : a manager's response. *Computer and Industrial Engineering*, pp. 223-232.
- [28] Sugiyono, 2011. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Bandung: Alfabeta.
- [29] Suma'mur, P., 2009. *Hygiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta: Sagung Seto.
- [30] Zulganef, 2006. *Pemodelan Persamaan Struktur dan Aplikasinya Menggunakan AMOS 5*. Bandung: Pustaka.